

Avaliação da uniformidade da rega e da fertirrega num olival superintensivo

Estágio II

Valter André Correia Branco

Orientadora: Doutora Alexandra Trincalhetas Tomaz

Mestrado em Agronomia

Beja, 2016

Agradecimentos

Ao entregar este relatório do curso de Mestrado em Agronomia, é com enorme satisfação que agradeço a todos que de, forma direta ou indireta, cooperaram na realização deste trabalho.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora. À Doutora, Alexandra Trincalhetas Tomaz, da Escola Superior Agrária de Beja, por toda a ajuda prestada na realização do trabalho escrito, pelo constante incentivo e disponibilidade, pela sua grande paciência e conselhos fornecidos, pela exigência e rigor, pela confiança e acima de tudo por toda a amizade prestada.

Aos Engenheiros João Gomes e Francisco Castanheira, do Grupo Elaia, Oliveira da Serra, pela imprescindível colaboração nas diferentes fases deste trabalho, nomeadamente na recolha de dados e na programação dos diferentes métodos utilizados para a conceção deste trabalho.

Ao técnico Manuel Mira Ferro da exploração e aos trabalhadores da mesma empresa, pelo auxílio na recolha dos dados, e pela sincera simpatia e disponibilidades concedida.

À minha grande amiga Celina Franco, por toda a ajuda, compreensão, dedicação e carinho demonstrado. À minha colega e amiga Ana Martins pelo apoio e confiança demonstrados para a execução deste trabalho.

Por fim, mas muito essencial, agradeço a toda a minha família. Aos meu pais e à minha irmã, por todos os esforços e apoio que demonstraram para que eu chegasse até aqui e pela sua preciosa compreensão e amor.

Índice Geral

Lista de símbolos	VII
Resumo	IX
Abstract.....	X
I. Introdução.....	1
II. Pesquisa Bibliográfica.....	3
2.1. Rega Localizada.....	3
2.2. Fertirrega.....	6
2.3. Métodos de avaliação da rega localizada.....	9
2.4. Métodos de Avaliação da Fertirrega.....	12
III. Locais do Ensaio	13
3.1. Caraterização da Exploração	13
3.2. Tipo de Solos	14
3.3. Cultivares	15
3.3.1. Arbequina	15
3.3.2. Koroneiki	16
IV. Avaliação da uniformidade da rega.....	17
4.1. Objetivos.....	17
4.2. Constituição do sistema de rega.....	17
4.3. Metodologia utilizada	19
4.3.1. Coeficiente de Uniformidade dos Caudais	21
4.3.2. Coeficiente de Variação Total dos Caudais.....	22
4.3.3. Pressões Medidas.....	23
4.4. Resultados e Discussão	24
V. Avaliação da uniformidade da fertirrega	27
5.1. Objetivos.....	27
5.2. Constituição do sistema	27
5.2. Metodologia utilizada	28
5.4. Resultados e Discussão	31
VI. Conclusão.....	35
VII. Bibliografia.....	36
ANEXOS	
Anexo 1 – Carta de Solos do Monte Branco Norte	39
Anexo 2 - Carta de Aptidão Cultural do Monte Branco Norte.....	40

Anexo 3 - Carta de Solos do Monte Vale Viveiros	41
Anexo 4 - Mapa de Aptidão Cultural do Monte Vale Viveiros.....	42
Anexo 5 - Valores de volume medidos em Monte Branco Norte	43
Anexo 6 – Pressões medidas nos laterais em Monte Branco Norte	44
Anexo 7 - Valores de volume medidos em Monte Vale Viveiros.....	45
Anexo 8 – Pressões medidas nos laterais em Monte Vale Viveiros.....	46
Anexo 9 – Valores de condutividade elétrica medidos em Monte Branco Norte	47
Anexo 10 – Valores de condutividade elétrica medidos em Monte Vale Viveiros.....	49

Índice de Figuras

Figura 1 - Locais de Ensaio. Áreas delimitadas a vermelho e a azul correspondentes, respetivamente, às explorações Monte Vale Viveiros e Monte Branco Norte. Áreas contornadas a preto, setores e subsetores de avaliação da uniformidade de rega nas explorações (Fonte: EDIA, 2016).....	13
Figura 2 - Filtros utilizados nas explorações.....	17
Figura 3 – Manómetro.....	18
Figura 4 - Gotejador.....	18
Figura 5 - Linha de rega contínua junto da planta.....	19

Índice de Quadros

Quadro 1 - Avaliação da Uniformidade dos caudais de rega (Consejería de Agricultura y Pesca, 2001; Oliveira <i>et al.</i> , 2003b).....	22
Quadro 2 - Avaliação da Variação Total dos caudais de rega (Consejería de Agricultura y Pesca, 2001; Oliveira <i>et al.</i> , 2003b)	23
Quadro 3 - Avaliação do sistema de rega do Monte Branco Norte.	25
Quadro 4 - Avaliação do sistema de rega do Monte Vale Viveiros.	26
Quadro 5 - Valores de desvio em Monte Branco Norte.	31
Quadro 6 - Valores de desvio do Monte Vale Viveiros.	33

Lista de símbolos

C – Concentração (g/L)

CE – Condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$)

CE_{ref} – Condutividade elétrica de referência ($\mu\text{S/cm}$)

CE_{AR} – Condutividade elétrica da água de rega ($\mu\text{S/cm}$)

C_t – Concentração teórica (g/L)

CUQ – Coeficiente de Uniformidade dos Caudais (%)

CVQ – Coeficiente de Variação dos Caudais (%)

Desv.médio – Desvio do caudal médio ao caudal nominal (%)

Desvpadrão – Desvio padrão dos volumes médios (L/h)

Nº – Número

P_b – Pressão à saída da bomba (bar)

PC_f – Perda de carga na filtração (bar)

PC_s – Perda de Carga média no setor (bar)

$\overline{P_e}$ – Pressão média à entrada do lateral (bar)

$\overline{P_f}$ – Pressão média no final do lateral (bar)

P_j – Pressão a jusante do sistema de filtração (bar)

P_m – Pressão a montante do sistema de filtração (bar)

Q_{médio} – Caudal médio (L/h)

Q_{médioquartilmin} – Caudal médio no quartil mínimo (L/h)

Q_{nominal} – Caudal nominal (L/h)

t – Tempo de medição (min)

V. inj. – Velocidade de injeção (g/L)

V_m – Volume médio (mL)

V_{médio} – Volume médio aplicado por árvore e por hora (mL)

Δ **CE** – Variação da Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Δ **CE adubo** – Variação da Condutividade elétrica do adubo ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Δ **CE Setor** – Variação da Condutividade elétrica no setor ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Resumo

Com o presente trabalho pretendeu-se avaliar a performance de um sistema de rega gota-a-gota e a uniformidade de fertirrega num olival superintensivo. No primeiro caso, fez-se a determinação do Coeficiente de Uniformidade dos Caudais, do Coeficiente de Variação dos Caudais e da variação das pressões medidas em diferentes locais do sistema de rega, de duas explorações agrícolas diferentes (Monte Branco Norte e Monte Vale Viveiros). No segundo, realizou-se o cálculo dos desvios nos valores de Condutividade Elétrica medida em diferentes pontos, utilizando um método designado Fertitest, tendo como principal objetivo confirmar se o adubo está homogeneamente aplicado por todos os setores de rega.

Na exploração Monte Branco Norte os resultados obtidos para os parâmetros Coeficiente de Uniformidade dos Caudais e Coeficiente de Variação dos Caudais foram considerados Aceitáveis. Enquanto na exploração Monte Vale Viveiros o parâmetro Coeficiente de Uniformidade dos Caudais se mantém Aceitável, o parâmetro Coeficiente de Variação dos Caudais passou a ser considerado Inaceitável. Em ambas as explorações, as pressões medidas no sistema de filtragem estão acima do valor de perda de carga máxima aceitável.

Quanto aos resultados obtidos do cálculo da Variação da Condutividade Elétrica, de salientar que estes foram contraditórios ao que se pretende alcançar, uma vez que se obtiveram valores muito afastados entre setores de rega. Em Monte Branco Norte obteve-se uma variação entre os valores máximo e mínimo de desvio calculados de 75%. Em Monte Vale Viveiros esta variação foi de 33%.

Palavras-chave: Rega Localizada, Uniformidade, Fertirrega, Condutividade Elétrica, Olival Superintensivo

Abstract

The present study aimed to evaluate the performance of a system of drip irrigation and the fertigation uniformity in a super intensive olive grove. In the first case, there was the determination of the uniformity coefficient of the flow rates, the variation coefficient and the variation of pressures measured in different locations of the irrigation system, in two different farms (Monte Branco Norte and Monte Vale Viveiros). In the second, there was the calculation of the deviations in the values of electrical conductivity measured at different points using a method called Fertitest, with the main objective to confirm that the fertilizer is uniformly applied by all irrigation sectors.

In the farm Monte Branco Norte the results for uniformity coefficient parameters of flow rates and coefficient of variation of the flow rates were considered acceptable. While in the farm Monte Vale Viveiros uniformity coefficient parameter of flow rates remains acceptable, the coefficient of variation of the parameter flow rates was considered unacceptable. In both farms, the pressures measured in the filtering system are above the value of maximum acceptable pressure drop.

As for the results obtained from the calculation of the electrical conductivity variation, it stands out that these were contradictory to what we want to achieve, since the obtained values were very different between irrigation sectors. In Monte Branco Norte the variation between the maximum and minimum deviation calculated was 75%. In Monte Vale Viveiros this variation was 33%.

Key words: Drip Irrigation, Uniformity, Fertigation; Electric conductivity, Super intensive olive grove

I. Introdução

Este trabalho, que consiste no relatório da unidade curricular de Estágio II, foi elaborado no âmbito do Curso de Mestrado em Agronomia. O trabalho foi realizado em duas explorações pertencentes à Oliveira da Serra, na empresa ELAIA, situadas em Ferreira do Alentejo, em Maio e Julho de 2015. Pretendeu-se avaliar o desempenho do sistema de rega e do sistema de fertirrega.

A importância e modernização da olivicultura no setor agrícola português tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos, sendo cada vez maiores as áreas de olival intensivo e superintensivo plantadas sobretudo no Alentejo (Santos *et al.*, 2013).

Devido ao Alentejo apresentar escassos recursos hídricos, com clima acentuadamente mediterrânico, onde os verões são quentes e secos, de elevada radiação líquida e défices de pressão de vapor do ar, impõem-se a necessidade da rega. Face aos aumentos consideráveis de área regada, essencialmente de olival (INE, 2009), uma gestão cuidada das dotações aplicadas e dos tempos de rega é também importante para a maximização dos recursos hídricos disponíveis (Santos *et al.*, 2013).

Na região mediterrânica a implementação do regadio no olival constitui cada vez mais uma estratégia crucial para a melhoria da sustentabilidade económica e ambiental da cultura. Contudo, é necessário adequar a esta espécie os métodos de monitorização do estado hídrico das oliveiras e a técnica de rega, para que a programação do período sazonal de rega e da quantidade de água a fornecer sejam tomadas com grande rigor e eficiência (Santos *et al.*, 2007).

O aumento do preço da água, sobretudo através do aumento do preço da energia, tem levado a que a rega seja considerada cada vez mais um fator de produção de relevo na gestão agrícola, essencial na otimização dos custos de cultura. A fertirrega, também cada vez mais vulgar, contribui para o aumento da importância da rega, pois condiciona fortemente os resultados da produção (Nunes e Mendes, 2015).

A rega no olival em regime superintensivo, tem cada vez mais expressão no sul do país e a experiência acumulada dos últimos anos, a par com os mais recentes avanços tecnológicos, permite hoje em dia, dispor de um sistema de produção bastante evoluído (Mendes *et al.*, 2007).

No que se refere aos equipamentos de rega, os fabricantes têm procurado aperfeiçoar sobretudo os emissores (gotejadores) de forma a melhorar a uniformidade e eficiência na aplicação de água. Contudo, como já referido, é sobretudo ao nível das tecnologias de monitorização que se tem verificado uma evolução mais expressiva. Estas permitem conhecer melhor a forma como o sistema aplica a água, identificar rapidamente problemas e reduzir a mão-de-obra necessária para operar os sistemas. No fundo, mais informação e controlo sobre a rega (Nunes e Mendes, 2015; Tomaz, 2015).

O recurso às tecnologias ligadas à rega tem como fim último o consumo estritamente necessário de água e fertilizante para que se atinja a produção desejada, com recurso ao menor dispêndio de tempo possível. Pressupõe-se que possam contribuir para que se conheçam as necessidades hídricas e nutritivas reais, e que os sistemas tenham a capacidade para aplicar os fatores de produção de uma forma eficiente e eficaz.

Neste sentido, conhecer o sistema e avaliar o seu desempenho, previamente à sua normal operação e durante, é essencial. É também uma garantia de que todos os processos de automatização e controlo serão eficazes na gestão da rega (Nunes e Mendes, 2015).

O seguinte trabalho divide-se em sete capítulos que contêm, para além da introdução e conclusão, uma pesquisa bibliográfica sobre os temas estudados, uma descrição dos locais de obtenção dos dados, uma descrição dos métodos de avaliação usados e os respetivos resultados.

II. Pesquisa Bibliográfica

2.1. Rega Localizada

A rega localizada consiste em colocar a água e os adubos junto às plantas, utilizando para o efeito uma rede de tubos, em geral de plástico, distribuídos pelo terreno a regar.

Parte destes tubos, as rampas ou tubagem de distribuição, têm inseridos os emissores que humedecem a zona radicular de forma lenta e pontual, infiltrando-se a água no solo, tanto na vertical como na horizontal, o que no caso dos gotejadores dá origem a uma zona húmida com forma de bolbo.

A rega localizada tem bastantes vantagens, relativamente a outros sistemas de rega. Por vezes surgem alguns problemas, que não são propriamente inconvenientes, derivando, na maioria das vezes, de uma incorreta utilização do sistema, pelo que se impõe uma cuidada avaliação do seu funcionamento e utilização, para que possamos tirar dele o máximo proveito.

Com estes sistemas vamos ter uma parte da zona de crescimento das raízes permanentemente saturada de água, intercalada com zonas muito secas, não exploradas por elas. Isto implica que as raízes se desenvolvem menos, e nessas manchas húmidas temos que concentrar a aplicação da água e dos elementos nutritivos.

Assim as regas devem ser frequentes, diárias ou cada dois/três dias, aplicando apenas as quantidades de água correspondentes às necessidades hídricas da cultura, dado a eficiência de rega ser muito elevada. Esta forma de atuar, que permite regar muitas vezes aplicando baixas dotações em cada rega, evita perdas por evaporação e drenagem, estas últimas de temer em especial nos solos arenosos ou pouco profundos, bem como os problemas de asfixia radicular que por vezes surgem nos solos mais pesados, com excesso de água e carência de oxigénio (Sbitri e Serafini, 2007).

Um correto manuseamento da rega localizada implica também uma mudança em relação à adubação, em especial com os adubos azotados. Assim, por princípio, sempre que se rega aduba-se. A chamada fertirrega, ao possibilitar adubar muitas vezes, de forma fracionada, evita a concentração de sais no solo, as perdas por drenagem e possibilita à planta absorver os elementos nutritivos de forma gradual, de acordo com as exigências de cada fase do seu ciclo cultural.

Acrescente-se ainda que a manutenção do solo, na zona de desenvolvimento radicular, a um nível de quase saturação diminui o esforço da planta no seu trabalho de absorção, de água e nutrientes, devido ao baixo valor de tensão da água retida pelo solo.

Comparado com outros sistemas, tanto tradicionais como por aspersão, a rega localizada proporciona uma significativa poupança de água, que em alguns casos atinge os 50% ou mesmo mais, sendo esta talvez a característica que mais contribuiu para o grande incremento que estes sistemas tiveram em regiões como a nossa, onde a água é um bem a preservar visto não existir em abundância. Todavia muitas mais vantagens se podem obter, instalando um bom sistema de rega localizada, sendo de destacar as seguintes:

- Possibilidade de instalação em qualquer tipo de terreno, tanto no que respeita à topografia como à textura ou espessura do solo;
- Facilidade de dosificar a água e os adubos a fornecer à cultura;
- Possibilidade de realizar regas e adubações a qualquer hora do dia e em simultâneo com outras operações tais como podas, colheitas, tratamentos fitossanitários;
- Redução da mão-de-obra necessária à utilização e manutenção do sistema de rega;
- O vento não interfere no sistema de rega, como na rega por aspersão, e as perdas por evaporação, escoamento superficial ou drenagem são diminutas;
- Possibilidade de regar com águas em que o valor da condutividade elétrica é mais elevado que o recomendado para os sistemas tradicionais ou por aspersão e em solos com maiores índices de salinidade, devido ao fato do solo, por estar sempre húmido, não atingir na sua solução concentrações tão elevadas. Isso não seria possível se o solo intercalasse, estados de secura com a quase saturação, ou se a água molhasse a folhagem;
- Em consequência das plantas terem, a cada instante, satisfeitas as suas necessidades em água e nutrientes, consegue-se aumentar a quantidade e qualidade das produções (Rosa, 1995; Sbitri e Serafini, 2007).

Embora de menor relevância, em comparação com as vantagens, persistem todavia alguns inconvenientes e problemas que devem ser levados em conta na hora de

optar pela instalação de um sistema de rega localizada. Deste modo chama-se a atenção para o seguinte:

- Ainda hoje o preço é relativamente elevado, sendo de aconselhar que se estude previamente a rentabilidade do sistema, em função da cultura e condições específicas de cada situação;
- Os emissores podem obstruir-se por ação de partículas físicas ou devido aos sais, contidos ou administrados à água, pelo que um uso incorreto do sistema pode ocasionar danos irreparáveis, à cultura e ao sistema;
- A utilização de nutrientes, com o fósforo ou com o cálcio, exige cuidados especiais sob pena de obstruir os emissores;
- Dificuldades com a utilização de águas turvas ou com algas;
- Exige-se que o projeto de instalação seja bem dimensionado, pois pelo contrário será impossível uma correta homogeneidade na distribuição da água e adubos;
- Origina concentrações elevadas de sais nas zonas de separação do solo seco e molhado;
- Exige-se um bom sistema de filtragem da água e das soluções nutritivas a aplicar;
- Existe o perigo de proliferação de algumas pragas ou doenças, na zona saturada junto aos emissores. A tubagem e fitas de rega podem ser atacadas por ratos ou grilos;
- Nos pomares adultos, o uso de rega gota a gota, ao localizar a água e os adubos ao longo de uma estreita faixa, permanentemente humedecida, conduz ao atrofiamento das raízes, diminuindo por consequência a sua resistência e estabilidade, em dias de vento de grande intensidade (Rosa, 1995).

A rega localizada pode potencialmente fornecer alta eficiência de aplicação e atingir alta uniformidade de aplicação. Ambos são importantes produzindo rendimentos uniformemente elevados da colheita.

O rendimento ou eficiência de distribuição (E_a) define-se em função da localização da água pelo sistema radical e da ausência de perdas hídricas durante a alimentação, consistindo portanto na percentagem da água útil que chega à planta.

Entre os distintos métodos de distribuição da água de rega, os sistemas de microrrega são os mais eficientes ($Ea > 90\%$). Uma boa uniformidade na distribuição garante que todas as plantas recebam a mesma quantidade de água ao mesmo tempo.

Para determinar se são aplicados água e produtos químicos uniformemente, é necessário avaliar a uniformidade e desempenho do sistema.

A determinação da uniformidade de sistemas de rega por gotejamento pode ser expressa por vários parâmetros de uniformidade; no entanto, a maioria exige medição o débito de uma amostra representativa de gotejadores (Smajstrla et al, sd; Camp *et al*, 1997; Borssoi *et al.*, 2012).

2.2. Fertirrega

A Fertirrega consiste na aplicação conjunta da água e dos elementos nutritivos, de acordo com as exigências das plantas. Em olival de regadio é frequente a prática da fertirrega.

O olival regado mantém-se em crescimento ativo durante todo o Verão. As culturas só produzirão em pleno se tiverem disponíveis os vários nutrientes de que necessitam ao longo das várias fases do seu ciclo vegetativo.

Com sistema de fertirrega instalado, os fertilizantes podem ser distribuídos de forma diferenciada no tempo, em função das necessidades das plantas. A fertirrega tende a confinar o sistema radicular já que as raízes se desenvolvem sobretudo próximo dos bolbos de humedecimento. De forma a estimular a expansão do sistema radicular o solo do olival deve ser mantido num bom nível de fertilidade com a aplicação de fertilizantes sólidos convencionais. A reação do solo deve estar em valores adequados e os níveis de fósforo e potássio do solo devem ser mantidos altos.

Os fertilizantes a adicionar à água de rega são, em geral, mais caros que os adubos convencionais. Contudo, a eficiência de uso dos nutrientes é também mais elevada. Os nutrientes são aplicados em doses baixas e de forma escalonada ao longo do ano, aumentando a oportunidade de absorção radicular.

O solo é o principal meio em que as culturas crescem e onde vão buscar água e minerais; torna-se importante praticar uma fertilização racional evitando os excessos de nutrientes e corrigindo as carências de forma a proteger da poluição as águas

superficiais e subterrâneas. Praticar a fertilização racional implica que o agricultor tenha conhecimento dos nutrientes necessários para a cultura, as quantidades mais adequadas, as melhores técnicas de aplicação e as épocas mais ajustadas; ou seja deve proceder à avaliação das necessidades de fertilização (Rodrigues e Correia, 2009).

A rega localizada de alta frequência mostra-se particularmente útil para esta forma de aplicação, pelo que nos olivais que dispõem deste sistema é conveniente a instalação de um tanque de fertilização para fazer a adubação (Sbitri e Serafini, 2007).

A fertirrega, quando comparada com os métodos tradicionais, de rega e fertilização, apresenta inúmeras vantagens, das quais destacamos:

- Maior economia no consumo da água e adubos, uma vez que a sua absorção e disponibilidade é melhorada pelo fato de serem localizados na zona de maior atividade radicular;
- Proporciona uma distribuição uniforme e controlada da água e dos fertilizantes, nas doses e proporções mais adequadas, ao estado fenológico das culturas;
- As perdas de água e nutrientes por lixiviação e volatilização, bem como a acumulação de sais no solo, diminuem devido ao fracionamento e diminuição das doses aplicadas;
- Permite o incremento da fertilização em culturas intensivas, com elevadas taxas de exportação de nutrientes e por conseguinte um aumento da produtividade e qualidade;
- As operações de aplicação da água e adubos ficam facilitadas, são mais económicas e evita-se compactar o solo, pois deixa de haver necessidade de passagem de homens e máquinas sobre o solo, para a realização destas operações;
- Melhor assimilação dos elementos pela planta, devido ao elevado grau de humidade em que se mantém o solo;
- Rapidez de procedimentos perante problemas de deficiência de nutrientes;
- Diminuição do impacto ambiental (Rosa, 2009).

No entanto, ao mudar o modo de aplicação dos adubos podem aparecer alguns inconvenientes, que não se podem atribuir ao método em si, mas sim a um maneiço incorreto ou à ignorância que existe de alguns aspectos da nutrição vegetal. Um grande

inconveniente é o aumento da salinidade da água de rega devido a dissolução dos fertilizantes na mesma, o que poderia provocar efeitos negativos nas árvores se a salinidade for elevada. O risco de salinidade reduz-se ao fracionar devidamente a aplicação dos nutrientes. A fertirrega exige a utilização de produtos solúveis em água e cuidar bem as possíveis misturas de compostos, nem sempre necessárias, para evitar obstruções nos gotejadores causadas pela precipitação dos produtos aplicados. Para ele é conveniente que a acidez da dissolução seja baixa e que se injete a solução fertilizante na metade do período de rega permitindo que comece e finalize com água limpa, sem misturas de fertilizantes. Em qualquer caso, é necessária uma maior atenção na manutenção da rede, em particular no que se refere à limpeza (Sbitri e Serafini, 2007).

As obstruções que se produzem por precipitados (algumas substâncias reagem entre elas formando compostos insolúveis), devem-se ao mau uso de fertilizantes ou devido a uma dissolução insuficiente, ou a um mau manuseamento e cuidados de instalação, também são uma grande desvantagem para este sistema de aplicação de fertilização (Ávila *et al*, 1996).

Devido à pureza dos adubos faltam alguns elementos que apareciam nos adubos tradicionais, sendo por isso mais importante dar atenção à aplicação de elementos secundários e micronutrientes, sendo um dos importantes inconvenientes da fertirrega (Rosa, 2009).

A uniformidade da fertirrega é uma consideração importante para quem utiliza sistemas de microrrega porque as aplicações de água e de fertilizantes não uniformes, podem reduzir o rendimento da cultura e qualidade, fazer com que as águas subterrâneas sejam contaminadas, e que o solo se degrade. Existem vários fatores que afetam a uniformidade de aplicação de água e fertilizantes. A variação na pressão de operação em campo num sistema é a principal razão, causando uma distribuição de água não uniforme, sendo que uma distribuição de pressão nestes sistemas é essencial para melhorar a uniformidade.

Outro fator importante que afeta a uniformidade de fertirrega de um sistema de rega por gota-a-gota é o desempenho do dispositivo de injetar. A uniformidade do fertilizante poderia ser muito influenciado pelo método de gestão e de injeção durante o processo de injeção.

As orientações específicas para a avaliação da uniformidade da fertirrega e gestão de um sistema de fertirrega são reduzidas. No entanto, a relação quantitativa entre a uniformidade da fertirrega e uniformidade de aplicação de água pode ser útil para fazer esta avaliação (Li *et al.*, 2007).

Conhecer os tempos de funcionamento das doses da exploração é necessário para preparar concentrações de fertilizantes adequados e distribuir eficientemente o fertilizante através do sistema.

Uma vez que o fertilizante precisa de um tempo de viagem a fluir a partir do ponto de injeção para os pontos de demanda, a rega por setores deve ser organizada de tal maneira que o fertilizante seja uniforme por todo o sistema. O manejo da adubação torna-se mais complexo quando alguns usuários não fazem uso de adubação central, porque eles querem fertilizar por conta própria ou porque fazem agricultura orgânica. Como consequência, pode haver fases na operação em que não existe um fertilizante no sistema de rede (Jimenez-Bello *et al.*, 2011).

2.3. Métodos de avaliação da rega localizada

Segundo Consejería de Agricultura e Pesca (2001) e Nunes *et al.* (2003a), num sistema de rega localizada é muito importante conhecer se a água de rega, os fertilizantes e também os produtos fitossanitários que se incorporam a ela se estão a ser aplicados uniformemente. Os problemas derivados de uma baixa uniformidade traduzem-se em plantas com um excesso de água e outras com défice hídrico. Também haverá uma má distribuição do adubo, produzindo-se um desperdício de nutrientes por uma parte e uma carência deles por outra, o que supõe uma alteração do desenvolvimento das culturas e, portanto, da produção.

Para avaliar a uniformidade de um sistema de rega localizada deve eleger-se o setor de rega mais representativo da instalação. Um setor representativo será o de tamanho médio e cujo declive do terreno seja representativo da área abrangida. Deve, se possível, estar numa zona central e cujos laterais tenham um comprimento médio. Se se considerar necessário, também se pode avaliar o setor de rega que esteja na situação mais desfavorável, isto é, aquele que está mais distante, se o declive for nulo ou ascendente, ou noutra localização em função da topografia.

Uma vez eleito o setor de rega representativo da instalação, deve selecionar-se o subsetor mais representativo, no qual será feita avaliação. É no subsetor eleito que se determina a uniformidade dos caudais debitados. Se os subsetores forem pouco uniformes, em termos de superfície ou forma, a avaliação deve ser feita em todos os subsetores seguindo sempre o mesmo critério. Em qualquer caso, imediatamente após a instalação do sistema de rega deve medir-se a uniformidade em todos os setores.

Para avaliar a uniformidade utiliza-se o coeficiente de uniformidade dos caudais (CUQ). Com estes valores poderão detetar-se faltas de eficiência e solucionar pequenos problemas que melhorarão o funcionamento da instalação.

Segundo Nunes *et al*, (2003b) para calcular o coeficiente de uniformidade de caudais, elege-se um determinado número de gotejadores, distribuídos uniformemente dentro do subsetor de rega que seja representativo da instalação. Geralmente recomenda-se que sejam selecionados 16 pontos de medição para calcular este coeficiente. Os laterais onde decorrerá o ensaio, devem ser escolhidos de forma a que um esteja situado junto do início da linha de abastecimento, outro junto do extremo oposto e os outros dois situados a $1/3$ e a $2/3$ da distância entre extremos, ou seja, um total de quatro laterais por subsetor.

Em cada lateral selecionado, escolhem-se quatro pontos de medição situados de acordo com o mesmo esquema, ou seja, dois juntos dos extremos do lateral e os outros dois a $1/3$ e $2/3$ da distância entre aqueles respetivamente. Em cada ponto de medição será medido o caudal de quatro gotejadores de modo a obter-se um valor médio para cada um.

Para simplificar o trabalho de campo, admite-se frequentemente a possibilidade de considerar apenas três laterais e três pontos de medição em cada lateral, no início, no centro e no final da área em ensaio e/ou do lateral.

O caudal a medir deve ser recolhido num período de tempo relativamente pequeno, entre um a cinco minutos, mas igual para todos os gotejadores, de modo a obter individualmente um volume entre 100 e 250 ml.

A pressão será medida no início e no final de cada um dos laterais selecionados para a medição dos caudais. Com esta metodologia será possível determinar a diferença entre a entrada e o final de cada um dos quatro laterais eleitos.

Uma vez conhecido o caudal em cada um dos gotejadores seleccionados, calcula-se o coeficiente de uniformidade dos caudais seguindo os seguintes passos:

- Primeiro: calcula-se a média dos caudais dos gotejadores que representam 1/4 dos caudais mais baixos ($q_{25\%}$);
- Segundo: calcula-se a média dos caudais medidos em todos os gotejadores (q_m);
- Terceiro: uma vez que se conhece a média dos caudais dos emissores que representam 1/4 do caudal mais baixo e a média de todos os caudais medidos ($q_{25\%}$ e q_m) calcula-se o coeficiente de uniformidade dos caudais (CUQ) mediante a seguinte equação (ASAE, 1996, citado em Smajstrla *et al.*, s.d.; Consejería de Agricultura y Pesca, 2001; Borssoi *et al.*, 2012):

$$CUQ = \frac{\text{média de } \frac{1}{4} \text{ dos valores com caudal mais baixo}}{\text{caudal médio de todos os gotejadores}} * 100$$

O caudal e a pressão deverão também ser medidos, sempre que possível, à entrada do subsector e /ou à saída da bomba. Com estas medições será possível testar o dimensionamento do sistema e determinar se os filtros têm a adequada capacidade de filtragem (Nunes *et al.*, 2003b).

A determinação da perda de carga introduzida no sistema pelos filtros será efetuada por diferença das leituras dos manómetros instalados imediatamente a montante e a jusante dos mesmos (Nunes *et al.*, 2003b).

Segundo Smajstrla *et al.*, (s.d.), a avaliação do desempenho de um sistema de rega localizada fornece vários indicadores para a tomada de decisão, tais como, a uniformidade de aplicação de água, a uniformidade hidráulica ou a variação de pressão. Estes indicadores devem ser obtidos pela ordem indicada, porque se a uniformidade de aplicação de água for elevada, não há a necessidade de realizar mais nenhuma avaliação. Se a uniformidade de aplicação de água for baixa, então deve-se proceder à avaliação da variação de pressão, de forma a determinar a origem da baixa uniformidade.

A avaliação de um sistema de rega baseia-se, essencialmente, na medição de caudais e pressões em diversos pontos, por forma a comprovar uma uniforme

distribuição de água e determinar as dotações reais aplicadas. Estas medições são posteriormente comparadas com as indicações de projeto e transformadas em indicadores que caracterizam, em termos globais, a eficácia do sistema. Para além da determinação da qualidade da aplicação, poder-se-ão fazer também algumas medições ao nível dos sistemas de filtragem e bombagem, de modo a verificar se as suas capacidades vão de encontro às necessidades do sistema. Uma avaliação permite evidenciar as deficiências do sistema que têm influência direta na qualidade da rega, possibilitando que se encontrem soluções com vista à melhoria do desempenho (Nunes *et al.*, 2005).

2.4. Métodos de Avaliação da Fertirrega

Bracy *et al.* (2003) compararam três tipos de injetores (Venturi, bomba doseadora, e injetor proporcional), a taxa de injeção e o volume da solução fertilizante num ensaio de estufa para avaliar a uniformidade de distribuição de fertilizantes num sistema de rega gota-a-gota. Verificaram que a taxa de injeção teve um efeito significativo sobre a uniformidade de distribuição de fertilizantes.

Estes investigadores, conduziram experimentações de campo para avaliar a uniformidade de fertirrega, através dos efeitos dos tipos de injetores e emissores, medindo simultaneamente as distribuições de água aplicada, de concentração de solução, e dos fertilizantes aplicados numa subunidade de um sistema de rega localizada. Os resultados indicaram que tanto o tipo de emissores como o tipo de injetor teve um efeito muito significativo sobre a uniformidade do fertilizante aplicado.

Apesar destes trabalhos, as orientações específicas para a seleção de uma uniformidade alvo de fertirrega estão em falta. A relação quantitativa entre a uniformidade da fertirrega e uniformidade de aplicação de água pode ser útil para o desenvolvimento de uma tal orientação (Li *et al.*, 2007).

III. Locais do Ensaio

3.1. Caracterização da Exploração

Os locais do ensaio foram em duas explorações de olival, dispostas em sistemas super intensivos que pertencem à Oliveira da Serra (Elaia), localizados a 9 quilómetros de Ferreira do Alentejo e a 2 quilómetros de Figueira dos Cavaleiros (Figura 1).

A exploração denominada Monte Branco Norte (contornada a azul) tem 577,3 ha, mas apenas 250 ha estão ocupados com olival. As árvores foram instaladas no ano de 2007, pertencendo estas à variedade Arbequina ocupando uma área de 224,41 ha e à variedade Koroneiki, com uma área de 23,75 ha.

A exploração Vale Viveiros (com o contorno a vermelho) apresenta aproximadamente 107 ha, em que a variedade Arbequina ocupa 82 ha, e a variedade Koroneiki ocupa a área de 25 ha. O ano de instalação deste olival foi 2008.

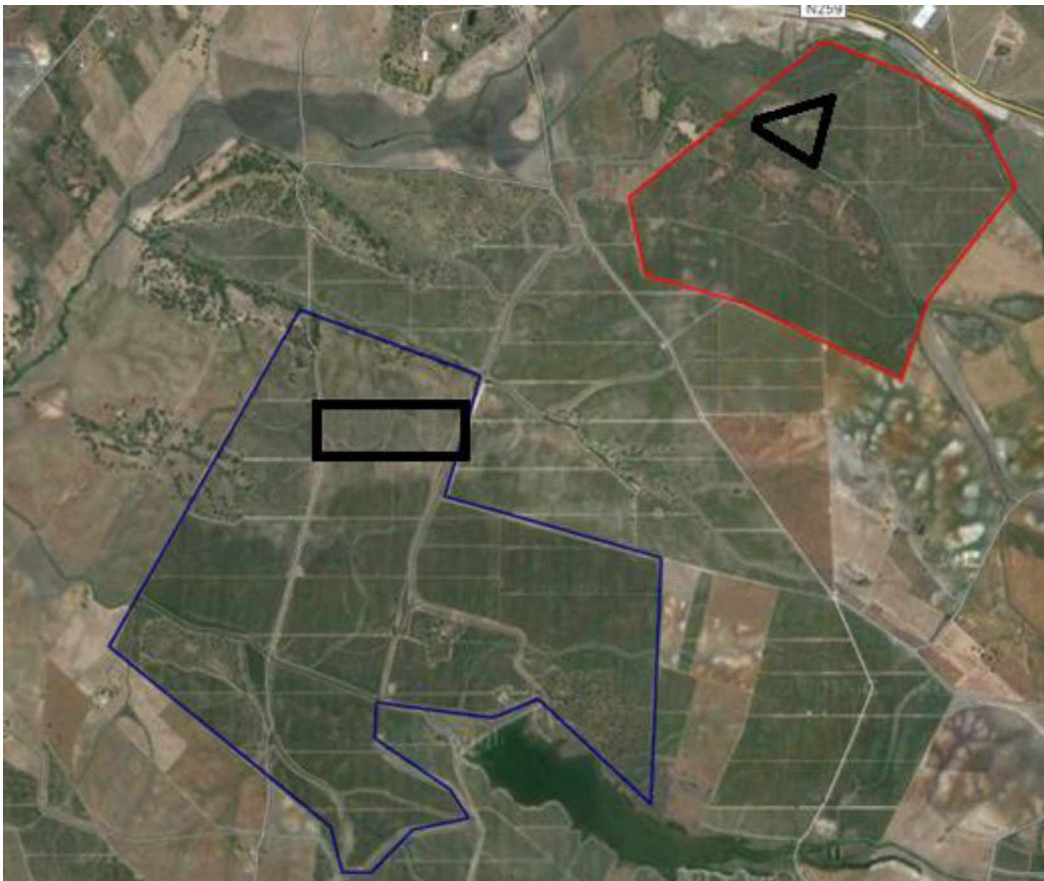


Figura 1 - Locais de Ensaio. Áreas delimitadas a vermelho e a azul correspondentes, respetivamente, às explorações Monte Vale Viveiros e Monte Branco Norte. Áreas contornadas a preto, setores e subsetores de avaliação da uniformidade de rega nas explorações (Fonte: EDIA, 2016).

O compasso utilizado em ambas as explorações é de 4 m x 1,5 m.

Os emissores utilizados na rega gota-a-gota são autocompensantes e debitam 2,3 l/h, tendo cada árvore quatros emissores.

3.2. Tipo de Solos

No que se refere aos solos do Monte Branco Norte e Monte Vale Viveiros os predominantes são os Solos Mediterrâneos Pardos (Anexo 1). Estes solos são designados de Solos Mediterrâneos Pardos Para-Hidromórficos de arenitos ou conglomerados argilosos, Pag.

No geral, este tipo de solo apresenta os seguintes perfis (Cardoso, 1965; ISA, s.d.):

Horizonte A1 – 20 a 35 cm; pardo, pardo-acinzentado ou cinzento-claro; arenoso a franco-arenoso; com ou sem elementos grosseiros rolados ou subangulosos (quartzo ou quartzitos); sem agregados ou com estrutura granulosa fina franca; solto ou muito friável; pH 5,0 a 6,0. Transição nítida para o segundo horizonte;

Horizonte B – 20 a 60 cm; pardo-acinzentado, pardo-amarelado ou pardo-oliváceo, com ou sem manchas e pontuações ferruginosas; franco-argilo-arenoso, argilo-arenoso ou argiloso, com ou sem elementos grosseiros rolados ou subangulosos; estrutura prismática grosseira franca a maciça; há algumas películas de argila nas faces dos agregados; aderente, plástico, muito firme (muito compacto), e muito extremamente rijo; pH 5,0 a 6,5; Transição gradual a difusa para o horizonte seguinte;

Horizonte C – Formações detríticas predominantemente areno-argilosas, em geral grés ou conglomerados, mais ou menos consolidadas, de cimento argiloso ou, às vezes, argilo-calcário.

Os solos seguintes ocupam também grande área nesta exploração, Solos Calcários Pardos, Pac, Solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos, Vcm, Aluviossolos Modernos, Aa. Existem outros solos nesta exploração, mas ocupando uma área relativamente pequena.

Nesta exploração, a Aptidão Cultural é maioritariamente nula, o que podemos confirmar com o Anexo 2.

Os solos predominantes na exploração Vale Viveiros (Anexo 3) são sobretudo solos calcários vermelhos de calcários, Vc. Os seguintes perfis constituem, geralmente o tipo de solos Calcários Vermelhos de Calcários (Cardoso, 1965; ISA, s.d.):

Horizonte Ap – 25 a 40 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco, franco-argilo-arenoso ou franco-argiloso calcário, por vezes com fragmentos de calcário compacto; estrutura granulosa fina ou média moderada friável; pH 7,5 a 8,5. Transição gradual para o segundo horizonte;

Horizonte C – Originado por material com calcário friável ou noduloso, em geral vermelho-amarelado, constituindo transição para calcário compacto ou não compacto, por vezes friável. Na sua parte superior, por vezes, um horizonte na maioria dos casos não endurecido.

Também existem, nesta exploração, embora em menores áreas, Solos Calcários Pardos, Pc e Pcs, Regossolos, Rg, Solos Mediterrâneos Pardos, Pag e Pac, Aluviossolos Modernos, Aa, e Solos Hidromórficos sem Horizonte Eluvial, Caa.

A Aptidão Cultural desta exploração é com grande predominância considerada de moderada (Anexo 4).

3.3. Cultivares

3.3.1. Arbequina

Segundo Jordão (2014), é originária da Catalunha, Espanha. É uma cultivar para azeite, com árvores de vigor baixo, arborescência média e porte aberto. Frutos de peso baixo, com a forma esférica, ligeiramente assimétrica e endocarpos com a forma ovóide com o ápice e a base arredondados.

Tem como principais características:

- A elevada produtividade e regularidade;
- Entrada em produção muito precoce;
- Alta capacidade de propagação vegetativa por estaca semilenhosa;
- Época de maturação média;
- Muito susceptível à mosca e à verticilose;
- Susceptível ao olho-de-pavão e resistente à gafa;

- Alto rendimento em azeite;
- Azeite com boas características organoléticas e baixa estabilidade.

3.3.2. Koroneiki

É originária da Grécia. É uma cultivar para azeite, com árvores de vigor médio, arborescência alta e porte aberto. Frutos de peso baixo, com a forma ovóide, ligeiramente assimétrica e endocarpos ovóides com o ápice e a base pontiagudos.

As principais características desta variedade são:

- A elevada produtividade e regularidade;
- Entrada em produção precoce;
- Média capacidade de propagação vegetativa por estaca semilenhosa;
- Época de maturação baixa;
- Baixa incidência de olho-de-pavão, média incidência de verticilose e alta incidência de tuberculose;
- Alto rendimento em azeite;
- Azeite rico em ácido oleico e com boa estabilidade (Jordão, 2014).

IV. Avaliação da uniformidade da rega

4.1. Objetivos

Os principais objetivos da avaliação de um sistema de rega gota-a-gota, são determinar o Coeficiente de Uniformidade dos Caudais (CUQ), o Coeficiente de Variação dos Caudais (CVQ) e quantificar a variação nas pressões medidas.

4.2. Constituição do sistema de rega

O sistema utilizado inclui os seguintes elementos: o cabeçal de rega, onde se encontram os sistemas de filtragem, os elementos de regulação e controlo (manómetros), reguladores de pressão e caudal; a rede de distribuição; os elementos de distribuição de água às plantas (emissores); os elementos de segurança.

Existe uma barragem próxima de ambas as explorações que fornece a água para a rega.

O sistema de rega dispõe de um sistema de filtragem, para a remoção das partículas existentes na água, de forma a evitar que estas entrem no sistema de rega e entupam os emissores. A filtragem é feita através de filtros de anéis Spin Klin Arkal (Figura 2).



Figura 2 - Filtros utilizados nas explorações.

É muito importante fazer o controlo e regulação das pressões, por isso estão instalados manómetros em diferentes pontos da rede de rega, tais como, à saída da bomba, antes e depois dos filtros.



Figura 3 – Manómetro.

A rede de distribuição é constituída por uma rede primária que se inicia na estação de bombagem, e uma secundária de polietileno que parte da rede primária para abastecer os diferentes setores de rega. O abastecimento de água e pressão aos olivais é garantido por intermédio de hidrantes colocados nas extremidades da parcela.

Na exploração Monte Branco Norte, o sistema está dividido em 37 setores, agrupados em conjuntos de 5 a 8 para constituir 6 turnos de rega. Em Monte Vale Viveiros, existem 28 setores, sendo a rega feita em 4 turnos com 7 setores cada.

A automatização do sistema de rega é assegurada por intermédio de um programador instalado junto à estação de bombagem.

Em ambas as explorações, os gotejadores são *inline* (inseridos no interior da tubagem) e autocompensantes, ou seja, possuem um sistema de autorregulação do caudal que evita que este se altere muito quando há alterações na pressão da rede.

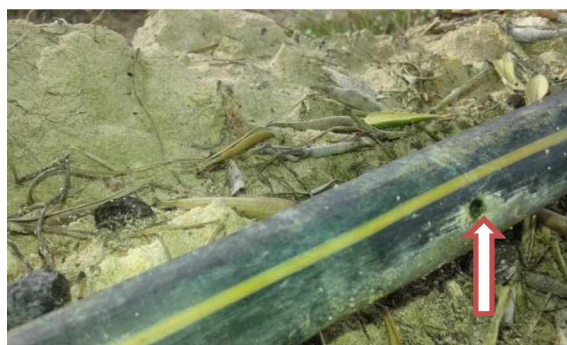


Figura 4 - Gotejador.

Nas explorações utiliza-se uma linha contínua junto à linha de cultura, de forma a criar um conjunto de pontos (bolbos) húmidos em redor da planta, para que esta desenvolva o sistema radicular em redor da copa, conseguindo-se assim uma melhor fixação ao solo.



Figura 5 - Linha de rega contínua junto da planta.

Como elementos de segurança, de forma a proteger a rede de acidentes tais como roturas na tubagem estão instalados válvulas de segurança e de retenção.

4.3. Metodologia utilizada

Para a avaliação da rega localizada seguiu-se a metodologia descrita em Consejería de Agricultura y Pesca (2001) e em Nunes *et al.* (2003b), ambas baseadas nas ASAE (American Society of Agriculture Engineers) Standards (ASAE, 1996, citado em Smajstrla *et al.*, s.d.). Estas metodologias de campo fornecem indicadores do modo como o sistema de rega é gerido, de forma, a se tomarem as medidas mais oportunas na melhoria do desempenho do sistema de rega.

No Monte Branco Norte o setor escolhido foi o 3 e o subsetor 29e, e no Monte Vale Viveiros o setor escolhido foi o 5 e o subsetor 23a, devido a estes apresentarem as características atrás referidas.

Procedeu-se à medição dos débitos/ caudais nos gotejadores (Anexos 5 e 7). Os laterais onde decorreu o ensaio foram escolhidos de forma que um se situava junto do início da linha de abastecimento, outro junto do extremo oposto e o outro situado a meio da distância entre extremos. Em cada lateral selecionado, escolheram-se três pontos de medição, ou seja, dois junto aos extremos do lateral e o outro a meio da distância entre aqueles. Em cada ponto foi medido o caudal de quatro gotejadores (A, B, C e D) de

modo a obter-se um valor médio para cada ponto. O caudal medido foi recolhido num período de tempo de cinco minutos, igual para todos os gotejadores, de modo a obter individualmente um volume aproximado a 250 ml.

Para a esta medição foram utilizados os seguintes utensílios: esquema da rede de rega e sua organização; baldes, para recolha da água de rega; frascos com tampa; caneta de feltro; relógio.

Também se procedeu à medição da pressão nos laterais, sendo que a pressão foi medida no início e no final de cada lateral selecionado para medição dos caudais. Assim obtém-se a diferença de pressão entre a entrada e o final de cada um dos 4 laterais eleitos. Foram utilizados para esta medição: esquema da rede de rega e sua organização; manómetro de pressão (0 a 4 bar) com adaptadores; relógio com contador de segundos; copos de plástico, com medidores para recolha da água dos emissores.

Depois de descrita a metodologia de campo utilizada para realizar este trabalho e dos utensílios necessários para efetuar o método utilizado, apresentamos seguidamente os modos de cálculo para a avaliação da uniformidade do sistema de rega localizada.

Para quantificar o caudal médio medido nos gotejadores recorreu-se a uma folha de cálculo, para determinar a média de todos os volumes recolhidos de acordo com a sua localização.

De seguida calculámos a média destes mesmos volumes, ou seja, o volume médio recolhido. O caudal médio medido nos gotejadores, determina-se:

$$Q_{\text{médio}} = \frac{\left(\frac{V_m}{t}\right) \times 60}{1000} \quad \text{[Equação 1]}$$

Onde:

Q_{médio} – Caudal médio medido nos gotejadores (L/h)

V_m – volume médio recolhido (mL)

t – tempo de medição (min)

De forma, a calcular o desvio do caudal médio ao caudal nominal (débito teórico dos gotejadores), usou-se a seguinte equação:

$$\mathbf{Desv.Médio} = \left(1 - \frac{Q_{no\ min\ al}}{Q_{médio}}\right) \times 100 \quad \mathbf{[Equação\ 2]}$$

Onde:

Desv.Médio – Desvio do caudal médio ao caudal nominal (%)

Qnominal – Caudal nominal (L/h)

Para calcular o volume médio aplicado por árvore e por hora, usou-se a equação abaixo:

$$\mathbf{Vmédio} = \frac{\text{Distância na linha entre plantas}}{\text{Distância dos gotejadores na linha}} \times Q_{médio} \quad \mathbf{[Equação\ 3]}$$

Onde:

Vmédio – Volume médio aplicado por árvore e por hora (L/árv./h)

Para calcular a dotação média aplicada por árvore e por hora, aplicou-se a equação:

$$\mathbf{Dotaçãoomédia} = \frac{Vmédio}{Compasso} \quad \mathbf{[Equação\ 4]}$$

Onde:

Dotaçãoomédia – Dotação média aplicada por árvore e por hora (mm/árv./h)

Compasso – Distância entre plantas na linha e a distância entre linhas (m)

4.3.1. Coeficiente de Uniformidade dos Caudais

O valor da uniformidade dos caudais é sinónimo da importância dos problemas que têm origem na distribuição da água.

Exprime a variabilidade do volume de água aplicado sobre a parcela a regar. Um valor elevado da uniformidade de distribuição traduz que a maioria da água aplicada na rega recebe igual quantidade de água.

Para se tornar possível a realização deste cálculo é necessário determinar o caudal médio no quartil mínimo. Assim, recorre-se a uma folha de cálculo apontando todos os dados recolhidos relativos aos débitos dos emissores em causa. Primeiramente ordenam-se os volumes de água por ordem crescente e procede-se à seleção dos 25% dos valores mais baixos. Depois desta determinação faz-se a média. O coeficiente de uniformidade do caudal é dado por:

$$CUQ = \frac{Q_{\text{médioquartil min}}}{Q_{\text{médio}}} \times 100 \quad \text{[Equação 5]}$$

Onde:

CUQ – Coeficiente de Uniformidade de Caudais (%)

Qmédio quartil mínimo – Caudal médio no quartil mínimo (L/h)

Em função do valor obtido, a uniformidade de rega será boa, aceitável ou inaceitável, em função dos valores de referência apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Avaliação da Uniformidade dos caudais de rega (Consejería de Agricultura y Pesca, 2001; Oliveira *et al.*, 2003b)

Excelente	CUQ ≥ 95%
Bom	90 ≤ CUQ < 95%
Aceitável	80 ≤ CUQ < 90%
Inaceitável	CUQ < 80%

4.3.2. Coeficiente de Variação Total dos Caudais

A determinação deste parâmetro é bastante profícua para tirarmos conclusões relativas das variações dos caudais em todo o setor de rega. Para tal é necessário proceder ao cálculo do desvio padrão dos volumes médios recolhidos nas diferentes áreas em estudo.

O valor do coeficiente de variação do caudal é dado, por:

$$CVQ = \frac{Desvpadrão}{Q_{médio}} \times 100 \quad [Equação 6]$$

Onde:

CVQ – Coeficiente da Variação Totais de Caudais (%)

Desvpadrão – Desvio padrão dos caudais (L/h)

A classificação quanto a este parâmetro é feita de acordo com os valores de referência apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Avaliação da Variação Total dos caudais de rega (Consejería de Agricultura y Pesca, 2001; Oliveira *et al.*, 2003b)

Ótimo	$CVQ \leq 5\%$
Aceitável	$5 < CVQ \leq 10\%$
Inaceitável	$CVQ > 10\%$

4.3.3. Pressões Medidas

Para calcular a perda de carga na filtragem, subtrai-se a pressão a jusante à pressão a montante do sistema de filtragem, como nos mostra a equação abaixo.

$$PCf = P_m - P_j \quad [Equação 7]$$

Onde:

PCf – Perda de Carga na filtragem (bar)

P_m – Pressão a montante no sistema de filtragem (bar)

P_j – Pressão a jusante no sistema de filtragem (bar)

Considera-se a perda de carga máxima aceitável de 0,6 bar. Caso a perda de carga seja superior devemos verificar se o sistema de filtragem está a ficar colmatado, devendo de imediato proceder à limpeza do mesmo. Após a limpeza devemos verificar novamente o diferencial de pressão.

Também foram efetuadas outras medições, tais como a pressão à saída da bomba (**Pb**) e a pressão no início e fim dos laterais, em dois laterais, um no início e outro no fim do subsetor (Anexos 6 e 8). Para determinar a pressão média determina-se a média das pressões á entrada do lateral e no final. De seguida, faz-se novamente a média destes dois valores, de modo a obter a pressão média no sector (**Ps**).

Foi também calculada a perda de carga média no sector (**PCs**), a partir da média das diferenças entre os valores medidos no início e fim dos laterais, em cada lateral:

$$\mathbf{PCs} = \overline{P_e} - \overline{P_f} \quad \text{[Equação 8]}$$

Onde:

PCs – Perda de Carga média no setor (bar)

$\overline{P_e}$ – Pressão média à entrada do lateral (bar)

$\overline{P_f}$ – Pressão média no final do lateral (bar)

4.4. Resultados e Discussão

No Quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos na exploração Monte Branco Norte.

Após a análise do parâmetro uniformidade de caudais de rega podemos afirmar que os valores resultante dos cálculos se encontra-se compreendido entre os valores 80% e 90%, o que permite dizer que a uniformidade é considerada aceitável.

Quadro 3 - Avaliação do sistema de rega do Monte Branco Norte.

Qmédio (L/h)	2.35
DesvMédio (%)	2.27
Vmédio (L/árv./h)	4.71
DotaçãoMédia (mm/árv./h)	0.78
CUQ (%)	87
CVQ (%)	10
PCf (bar)	1.5
Pb (bar)	4.2
Ps (bar)	2.1
PCs (bar)	0,7

Quanto à variação dos caudais de rega do setor selecionado, podemos verificar com os resultados obtidos após realização dos cálculos, que o valor final situa-se nos 10%, o que podemos concluir que a variação dos caudais é aceitável para este tipo de sistema de rega. É de salientar que o valor está muito próximo de valores inaceitáveis, o que nos leva a questionar se não é devido ao relevo do terreno ser acentuado, ou a outros problemas na rede de rega.

No que se refere às pressões medidas nesta exploração, podemos constatar que os resultados referentes à perda de carga na filtragem estão acima do valor de perda de carga máxima aceitável (0.6 bar). Tendo a perda de carga máxima um valor de 1.5 bar deve-se de imediato proceder à limpeza do sistema de filtragem e verificar se o mesmo está colmatado.

Quanto ao valor das pressões medidas nos laterais, é de salientar que as pressões à entrada no lateral foram superiores às pressões finais em média 0.7 bar.

O quadro abaixo, refere-se aos resultados obtidos na exploração Monte Vale Viveiros:

Quadro 4 - Avaliação do sistema de rega do Monte Vale Viveiros.

Qmédio (L/h)	2.33
DesvMédio (%)	1.15
Vmédio (L/árv./h)	4.65
DotaçãoMédia (mm/árv./h)	0.78
CUQ (%)	82
CVQ (%)	12
PCf (bar)	1.5
Pb (bar)	3.1
Ps (bar)	1.4
PCs (bar)	0,3

A partir dos resultados obtidos para o parâmetro uniformidade de caudais de rega, e de acordo com a Quadro 4, podemos verificar que se encontra entre os valores de referência de Aceitável (84), sendo que este está compreendido entre os valores de referência de 80 – 90%.

Depois de analisados os dados relativos à variação dos caudais de rega desta exploração, é de salientar que o valor está incluído nos valores de referência Inaceitáveis (CVQ de 12%), o que comprova que todo o sistema de rega apresenta uma grande variação dos caudais de rega, uma vez que o setor representativo representa todos os setores.

Quanto ao valor das pressões medidas a montante e a jusante do sistema de filtragem, é de salientar que este valor é idêntico ao do Monte Branco Norte, o que nos informa que se deve proceder à verificação do sistema de filtragem, caso este esteja colmatado deve efetuar-se a limpeza do mesmo, devido ao valor de perda de carga obtido (1.5 bar) estar acima do valor de referência (0.6 bar).

As pressões medidas nos laterais nesta exploração foram mais próximas, sendo a perda de carga média no setor de 0.3 bar.

V. Avaliação da uniformidade da fertirrega

5.1. Objetivos

O principal objetivo da avaliação da fertirrega é confirmar se o adubo está homogeneamente repartido por todos os setores de rega, de forma que todos os valores da condutividade elétrica sejam muito aproximados.

O desempenho dos sistemas de rega localizada, principalmente no que diz respeito à uniformidade da distribuição de água, influencia a uniformidade da distribuição do fertilizante.

5.2. Constituição do sistema

O sistema de fertirrega incorpora à água de rega os elementos nutritivos de que as plantas necessitam. Nas explorações em estudo, estão instalados injetores no cabeçal de rega, que permitem regular com precisão o caudal da solução nutritiva a introduzir na rede de rega, e cuja capacidade depende do volume da solução a injetar, permitindo gerir as quantidades de fertilizantes a aplicar nos olivais.

A incorporação dos fertilizantes à água de rega faz-se a partir de soluções concentradas, denominadas soluções mãe, que depois se introduzem na rede de rega. A solução de fertilizante é injetada proporcionalmente ao caudal da rede, obtendo-se a cada momento a mesma concentração de adubo independentemente das oscilações que possam ocorrer, no caudal ou na pressão, da rede de rega.

Os adubos, a injetar na rede de rega devem ser perfeitamente solúveis e ao misturarem-se devem ser não só compatíveis entre si mas também com os sais contidos na água de rega.

O pH da água é um fator bastante importante a ter em conta. A fim de evitar precipitações, sobretudo do cálcio, uma vez que pode haver a obstrução dos orifícios de saída da água, o ideal seria que o pH na água se situe em valores próximos da neutralidade.

No que diz respeito ao Plano de Fertilização efetuado, este consistiu em aplicar 90 kg/ha de N (Azoto), 30 kg/ha de P (Fósforo) e 91 kg/ha de K (Potássio), em ambas

as explorações em avaliação. Não foi fornecida informação quanto à designação e ao fraccionamento dos adubos aplicados.

5.2. Metodologia utilizada

A metodologia utilizada é a seguida pela empresa ELAIA e foi desenvolvida pelo técnico Alejandro Trigo, Consultor da empresa, seguindo as recomendações de Seguimento e Controlo Nutricional dos Laboratórios AGQ Labs & Technological Services (AGQ, 2016). O Método usado foi designado Fertitest e consiste em medir a Condutividade Elétrica (CE) em vários pontos do sistema de rega.

É um teste simples e prático, com o objetivo principal de confirmar se o adubo chega homogeneamente a todos os setores do sistema de rega.

Com o apoio deste método também se pretende descobrir os problemas existentes na aplicação de adubos às culturas através da fertirrega, tais como, a distribuição não homogénea do adubo pelos setores de rega, ou um mau desenho do ponto de injeção do adubo.

Para realizar o Método Fertitest, foram seguidos os seguintes passos (metodologia definida por Alexandre Trigo):

- Procedeu-se à colocação de um balde em cada setor, para posterior recolha da água de rega. Os períodos de rega foram de duas horas contínuas, para o turno que está a regar, uma vez que nas explorações a rega é efetuada por turnos;
- Depois de recolhida a água dos baldes, foi colocada em frascos com tampa, e escrito em cada frasco uma referência com: o nome da exploração, o setor respetivo e a quantidade de água recolhida em cada balde;
- Com a ajuda de um programador de rega, comprovou-se o consumo de adubo em litros, para essa semana, observando-se a água consumida nesse turno;
- Calculou-se a velocidade de injeção (**V inj.**) ou concentração (**C**) para esse dia, dividindo a quantidade de adubo desse dia e o volume de água utilizado durante essas duas horas;
- Recolheu-se uma pequena amostra do fertilizante do depósito com um recipiente. Refira-se que o depósito do adubo é agitado para que o adubo se

misture homogeneamente com a água de rega de forma a evitar que se forme assento no depósito de adubo;

- Seguidamente, procedeu-se a uma recolha de amostra de água de rega (1 litro), numa garrafa limpa, no cabeçal de rega, num ponto que precede a injeção de fertilizante. Esta operação deve ser realizada cinco minutos antes do período de rega;
- Mediu-se com um Condutivímetro a Condutividade Elétrica da água de rega sem fertilizante (CE_{AR}) das explorações em avaliação;
- Com uma seringa, adiciona-se à amostra de 1 litro da água de rega, tanto fertilizante quanto seja necessário para originar uma mistura equivalente à concentração teórica anteriormente calculada, obtendo a Concentração teórica (C_t);
- Mediu-se a Condutividade Elétrica da mistura realizada anteriormente. Assim obteve-se a Condutividade Elétrica de referência (CE_{ref});
- Coloca-se uma garrafa limpa de 5 litros debaixo de um conta-gotas, para que seja possível recolher toda a água de rega dessas duas horas, em todos os setores dos turnos de rega que se vão testar;
- Realiza-se uma rega normal com fertilizante durante duas horas;
- Comprova-se se o volume de água recolhido era o pretendido, segundo o caudal teórico do conta-contas;
- Agita-se a água recolhida, verte-se num copo de plástico limpo e mede-se a Condutividade Elétrica (CE).

Seguidamente, através de uma folha de cálculo (Excel), introduziram-se os valores de quantidade de água recolhida (em L) durante esse período de ensaio e de Condutividade Elétrica (em $\mu S/cm$) dos vários sectores, separados por turnos de rega (Anexos 9 e 10);

Calcula-se a Variação da Condutividade Elétrica do adubo, como se pode verificar na equação seguinte:

$$\Delta CE_{adubo} = CE_{ref} - CE_{AR}$$

[Equação 9]

Onde:

Δ CE adubo – Variação da Condutividade Elétrica do adubo ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

CE ref – Condutividade Elétrica de referência ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

CE_{AR} – Condutividade Elétrica da água de rega ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Procede-se depois à determinação da variação da Condutividade Elétrica de cada setor de rega subtraindo-lhe a CE da água de rega sem adubo (**CE_{AR}**), de acordo com a Equação abaixo:

$$\Delta \text{CE Setor} = \text{CE Setor} - \text{CE}_{\text{AR}} \quad [\text{Equação 10}]$$

Onde:

Δ CE Setor – Variação da Condutividade Elétrica do Setor de rega ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

CE Setor – Condutividade Elétrica do Setor de rega ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

De forma, a determinar se o adubo está repartido homogeneamente por todos os setores de rega, há que determinar o desvio (%) dos valores medidos. Este valor calcula-se da seguinte forma:

$$\text{Desvio} = \left(\frac{\Delta \text{CE Setor}}{\Delta \text{CE adubo}} - 1 \right) * 100 \quad [\text{Equação 11}]$$

Onde:

Desvio – Valor absoluto da Variação entre os valores da Condutividade Elétrica do Setor e da Condutividade Elétrica do adubo (%)

De seguida, ordenam-se os resultados obtidos dos desvios por ordem decrescente.

Para que sejam considerados razoáveis, os valores do desvio deverão estar entre os 10 – 15%.

5.4. Resultados e Discussão

O quadro abaixo, refere-se aos resultados obtidos na exploração Monte Branco Norte, referentes aos valores do desvio:

Quadro 5 - Valores de desvio em Monte Branco Norte.

Nº Setor	Desvio (%)
1	-44
2	-05
3	-13
4	-25
5	-22
6	-34
7	-25
8	-22
9	-28
10	-25
11	-28
12	-38
13	-25
14	-25
15	-25
16	-41
17	-28
18	-28
19	-34
20	-34
21	-31
22	-28
23	-31
24	-75
25	-41
26	-53
27	-47
28	-34
29	-50
30	-87
31	-28
32	-31
33	-53
34	-38
35	-25
36	-50
37	-31

Os valores mais baixos da Condutividade Elétrica dos setores avaliados do Monte Branco Norte são 630 e 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto os valores mais elevados são 800 e 830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anexo 9).

Contudo, após efetuados os cálculos relativos ao Desvio (%) do Monte Branco Norte, podemos concluir que existe uma diferença entre o valor mais elevado (87%) e o valor mais baixo (13%) (valores absolutos) entre setores de rega de 75%. De salientar, que a maioria dos valores apresentados são inaceitáveis para serem considerados razoáveis (10 – 15%), de modo a que o adubo seja distribuído de forma homogênea no sistema de rega da exploração.

O Quadro 6, refere-se aos resultados obtidos na exploração Monte Vale Viveiros.

Os valores mais baixos da Condutividade Elétrica dos setores avaliados do Monte Vale Viveiros são 570 e 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto os valores mais elevados são 630 e 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anexo 10).

Podemos confirmar que os valores mais baixos da CE do Monte Branco são os valores mais elevados do Monte Vale Viveiros. Igualmente, os valores da CE do Monte Vale Viveiros são mais aproximados, não tendo grande diferença entre si (110 $\mu\text{S}/\text{cm}$), enquanto os valores avaliados do Monte Branco são mais afastados e tendo um intervalo entre si que chega a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Relativamente ao parâmetro desvio (%), referente ao Monte Vale Viveiros, podemos constatar que existe uma diferença entre o valor mais alto (73%) e mais baixo (39%) (valores absolutos) de 33%. É também de referir que poucos valores apresentam valores aceitáveis para serem considerados razoáveis (10 – 15%), uma vez que os valores da CE de todos os setores de rega deveriam ser muito aproximados, para que o adubo seja bem repartido pelo sistema de rega.

Quadro 6 - Valores de desvio do Monte Vale Viveiros.

Nº Setor	Desvio (%)
1	-58
2	-67
3	-58
4	-55
5	-58
6	-58
7	-58
8	-73
9	-70
10	-64
11	-39
12	-58
13	-61
14	-70
15	-61
16	-58
17	-55
18	-67
19	-58
20	-67
21	-58
22	-61
23	-67
24	-61
25	-64
26	-61
27	-61
28	-70

Podemos concluir que o adubo em ambas as explorações não está a ser devidamente aplicado, uma vez que os valores da CE são muito afastados entre si. Se existem desvios entre os valores superiores a 10-15% significa que o adubo não se distribui homogeneamente, quer seja pela forma de aplicação, quer seja por um mau desenho do ponto de injeção do adubo, ou, considerando os resultados obtidos na avaliação da uniformidade de rega, por uma má distribuição do próprio sistema de rega.

De fato, estes resultados sugerem que a falta de homogeneidade na aplicação dos fertilizantes poderá estar relacionada com as elevadas dispersões nos valores de caudal de rega associadas a uma não muito elevada uniformidade de distribuição da água, pelo

que é necessário nestas explorações rever os sistemas de rega e fertirrega e efetuar a sua correta manutenção.

VI. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, podemos fazer as seguintes observações:

- A uniformidade da rega é média, uma vez que os valores obtidos de Coeficiente de Uniformidade dos Caudais em ambas as explorações foram considerados Aceitáveis;
- A variabilidade é considerada elevada em ambas as explorações, uma vez que os valores obtidos foram inaceitáveis ou próximos do inaceitável;
- De acordo com os critérios considerados de referência, a homogeneidade de aplicação de fertilizante obtida foi baixa em ambas as explorações em avaliação, sendo os adubos aplicados de forma deficiente nos diferentes setores de rega;
- Estes resultados poderão estar interligados, pois uma baixa uniformidade de rega afeta a homogeneidade de aplicação de fertilizante, podendo haver zonas que recebem mais ou menos adubo em função da variação na concentração de fertilizante e no caudal aplicado pelos gotejadores.
- Na ausência de outros métodos conhecidos de ensaiar em campo a uniformidade da aplicação de adubos em culturas regadas, a utilização do método Fertitest em rega gota-a-gota, em conjunto com a prévia avaliação do sistema de rega, poderá ser uma metodologia prática para estimar a qualidade da distribuição de fertilizantes através da rega e de conhecer o desempenho do sistema de fertirrega.

VII. Bibliografia

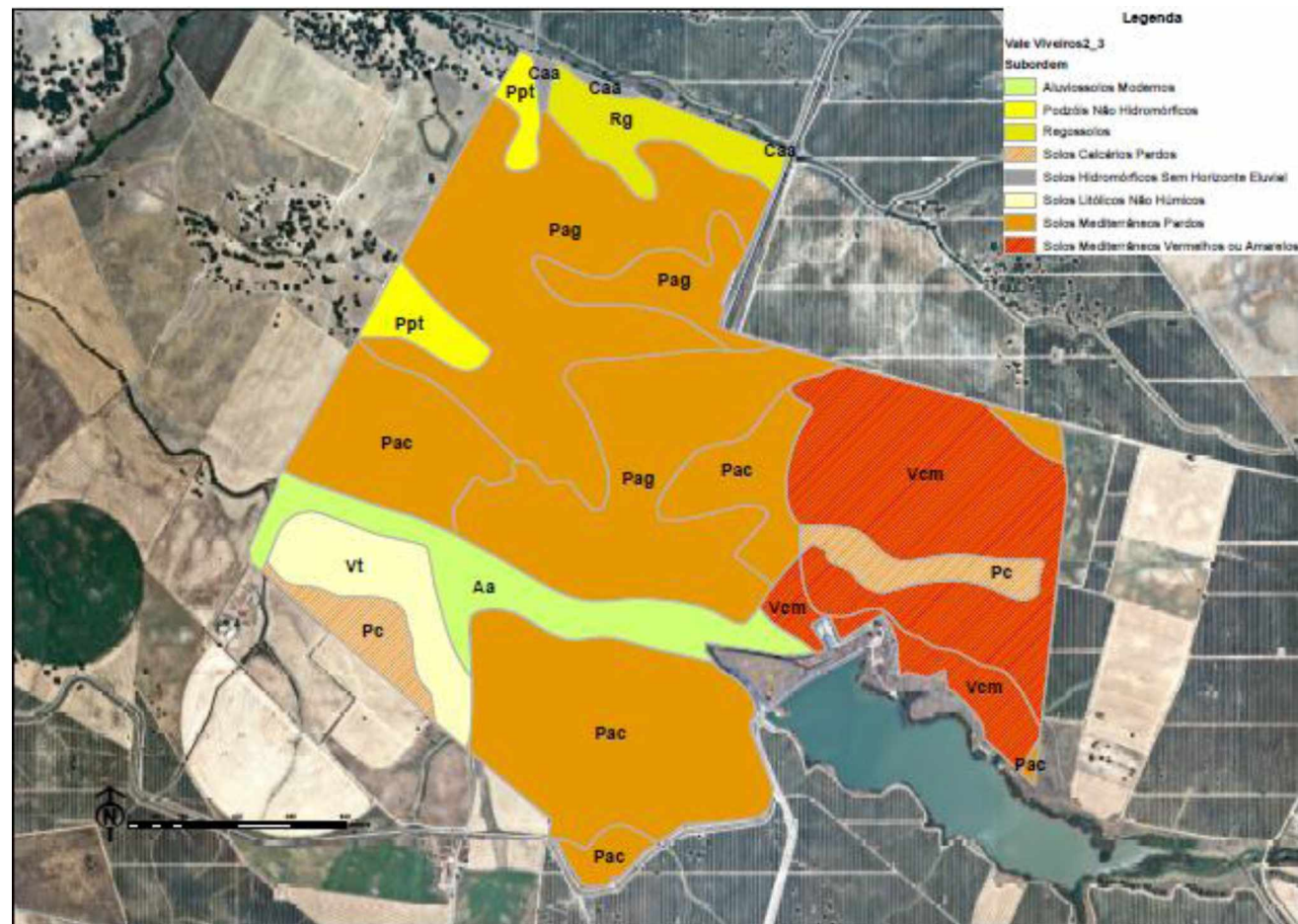
- AGQ, (2016) – Seguimiento y control nutricional. Consultado em <http://www.agq.com.es/en>, no dia 8 de junho de 2016.
- ASAE. (1996) – Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE Standards. Amer. Soc. Agric. Engr., St. Joseph, MI. 756-759.
- Ávila, R., Cabello, A., Lirola, J., Martín, A. e Ortíz, F., (1996) – Fertirrigación. Agua, Riego y Fertirrigación. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Borssoi, A., Vilas Boas, M., Reisdörfer, M., Hernández, R. e Follador, F. (2012) – Water Application Uniformity and Fertigation in a Dripping Irrigation Set. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.4, p.718-726, jul./ago. 2012
- Bracy, R.P., Parish, R., Rosendale, R. (2003) – Fertigation uniformity affected by injector type. Hortecchnology, 13(1): 103-105.
- Camp. C., Sadler. E., Busscher. W. (1997) – A Comparison of Uniformity Measures for Drip Irrigation Systems. Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers. Vol. 40(4): 1013-1020
- Cardoso, J. (1965) – Os solos de Portugal // Sua classificação, caracterização e génese, a sul do Tejo – Direcção Geral dos Serviços Agrícolas.
- Consejeria de Agricultura y Pesca (2001) – Manual de Riego para Agricultores. Junta de Andaluzia Consejeria de Agricultura y Pesca. Espanha.
- EDIA (2016) – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva SA. Aptidão Cultural. Perímetro de Rega do Alqueva. Infra 12
- INE [Instituto Nacional de Estatística] (2009) – *Recenseamento geral da agricultura*. Lisboa, Portugal, Instituto Nacional de Estatística. Revista de Ciências Agrárias. Efeitos da rega e do regime hídrico em olival super intensivo no Alentejo. Volume 36. Número 2. Lisboa (Consultado em http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S0871018X2013000200010&script=sci_arttext, no dia 26 de junho de 2015).

- ISA (s.d.) – Secção de Agricultura. Solos Mediterrâneos Pardos de Materiais Calcários. Instituto Superior Agrícola Consultado em http://agricultura.isa.utl.pt/agribase_temp/solos/smpmc.htm, no dia 17 de junho de 2016.
- Jimenez-Bello, M. A., Martínez, F., Bou, V. e Bartolín, H., (2011) – Analysis, assessment, and improvement of fertilizer distribution in pressure irrigation systems. *Irrigation Science*. 29: 45-53
- Jordão, P. (2014) – Principais cultivares estrangeiras de oliveiras existentes em Portugal. Boas práticas no olival e no lagar. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
- Li, J., Meng, Y. e Li, B (2007) – Field evaluation of fertigation uniformity as affected by injector type and manufacturing variability of emitters. *Irrigation Science*. 25: 117-125
- Mendes, J., Nunes, F. e Oliveira, I. (2007) – Fertirrigação no Olival Intensivo – A Importância da Rega. Inovação Tecnologia. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio
- Nunes, F., Mendes, J. e Oliveira, I. (2005) – A avaliação do desempenho dos sistemas de rega com meio de racionalizar a utilização da água e dos fertilizantes. Fertilização. Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – Beja
- Nunes, F. e Mendes, J., (2015) – Auditoria a Sistemas de Rega - COTR – Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. Consultado em <http://www.agronegocios.eu/noticias/auditoria-a-sistemas-de-rega-cotr-centro-operativo-e-de-tecnologia-de-regadio/>, no dia 22 de junho de 2015.
- Nunes, F., Oliveira, I. e Fabião, M. (2003a) – Avaliação de sistemas de rega. Considerações gerais. Guia de rega. Centro Operativo e de Tecnologias do Regadio.
- Nunes, F., Oliveira, I. e Fabião, M. (2003b) – Avaliação da Rega Localizada. Guia de Rega. Centro Operativo e de Tecnologias do Regadio.
- Rodrigues, M. e Correia, C. (2009) – Aplicação dos fertilizantes na água de rega. Manual da Safra e Contra Safra do Olival.

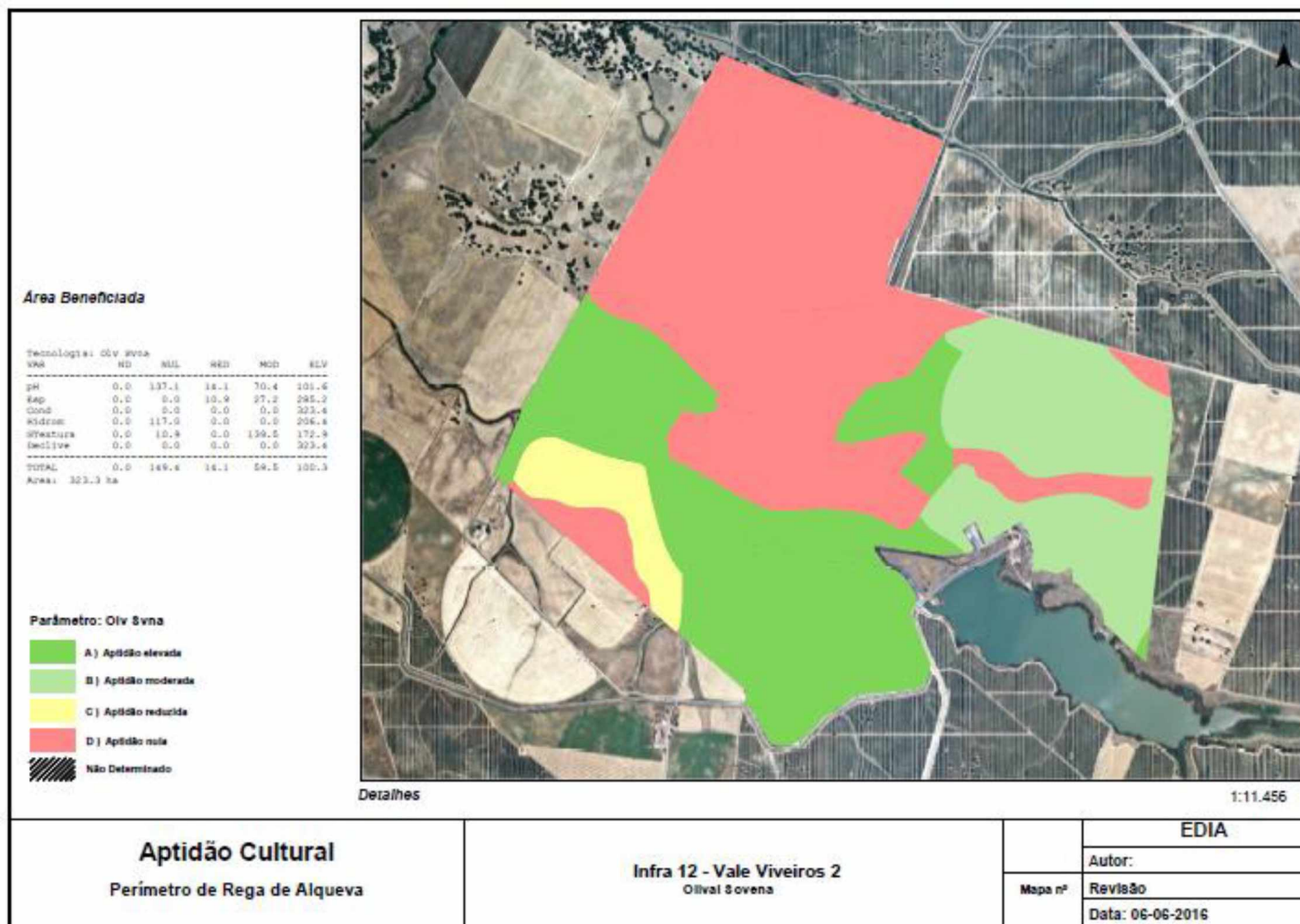
- Rosa, A. (1995) – Rega localizada em Horticulura. Guia do Extensionista. Ministério da Agricultura. Secretaria de Estado da Agricultura. Direcção Regional de Agricultura do Algarve.
- Rosa, A. (2009) – Fertirrega em Horticulura. Guia de Rega. Ministério da Agricultura. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve. DSAP/DAPA. 5-7
- Santos, F., Valverde, P., Ramos, A., Reis, J. e Castanheira, N. (2007) – Water use and response of a dry-farmed olive orchard recently converted to irrigation. Biosystems Engineering, 98. Consultado em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511007001067>, no dia 26 de junho de 2015
- Santos, F.; Correia, M.; Coelho, R.; A. Sousa, A.; Paço, T. e Pereira, L. (2013) – Efeitos da rega e do regime hídrico em olival super intensivo no Alentejo. Revista de Ciências Agrárias. Volume 36. Número 2. Consultado em http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2013000200010, no dia 26 de junho de 2015
- Sbitri, M. e Serafini, F. (2007) – Fertirrigación. Aplicación de Fertilizantes. Técnicas de Producción en Olivicultura. Consejo Oleícola Internacional. Príncipe de Vergara 154. 158-191
- Smajstrla, A., Boman, B., Haman, D., Pitts, D. e Zazueta, F. (s.d.) – Field Evaluation of Microirrigation Water Application Uniformity. Univerity of Florida. IFAS Extension. BUL265
- Tomaz, A. (2015) – Avaliação de instalações de rega localizada. Texto de apoio à Unidade Curricular de Gestão Hídrica da Vinha. Curso Técnico Superior Profissional em Viticultura e Enologia

ANEXOS

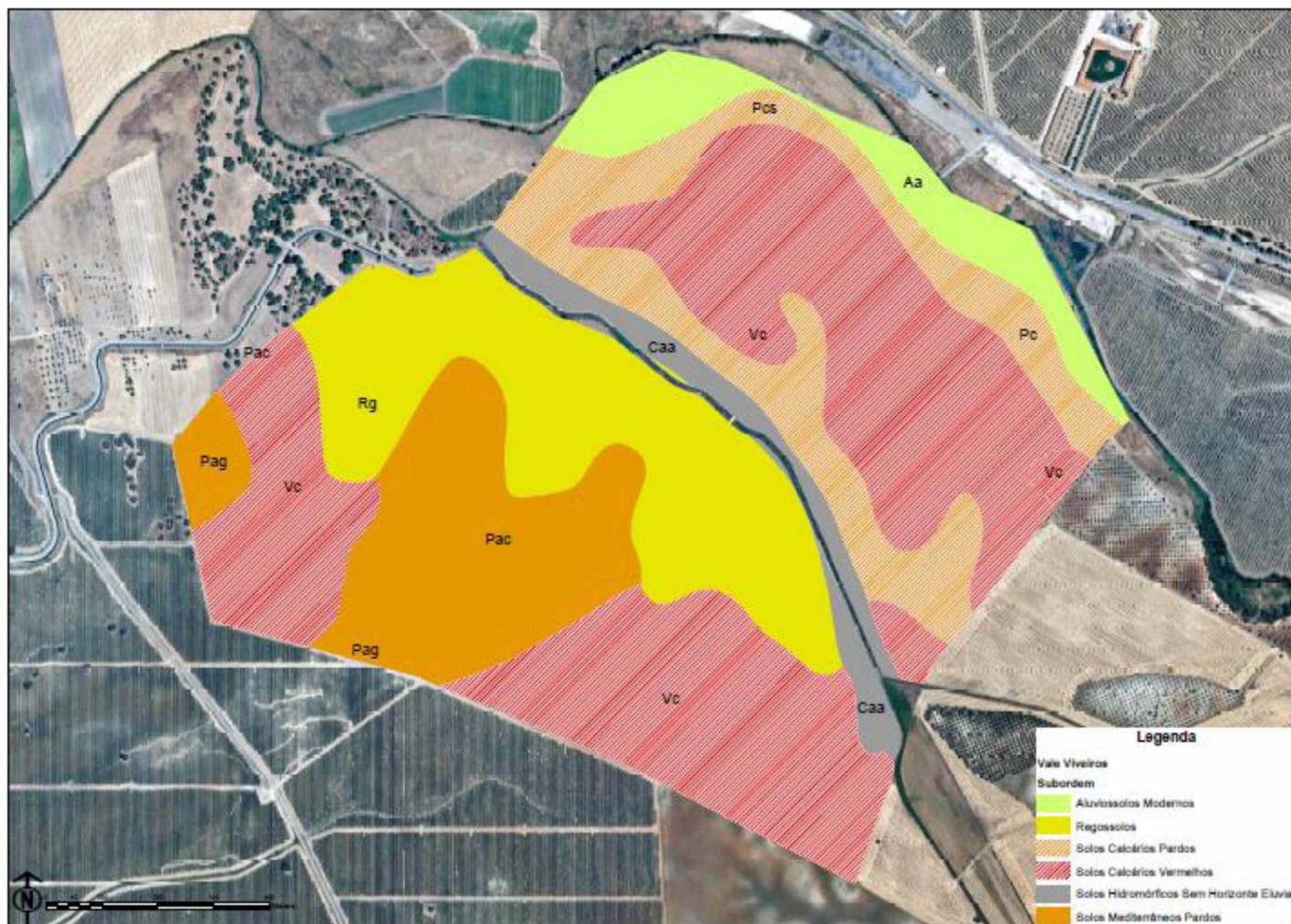
Anexo 1 – Carta de Solos do Monte Branco Norte



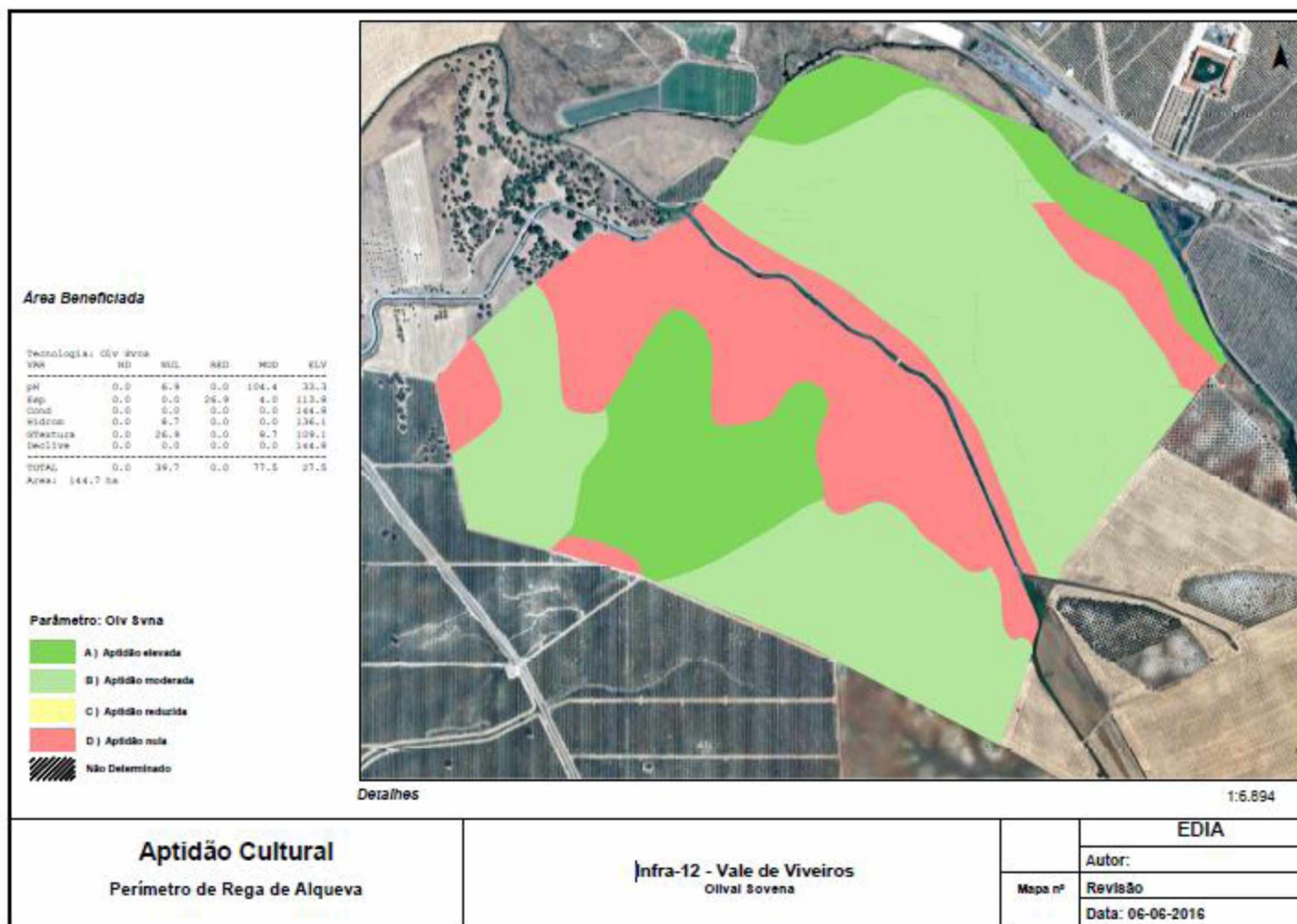
Anexo 2 - Carta de Aptidão Cultural do Monte Branco Norte



Anexo 3 - Carta de Solos do Monte Vale Viveiros



Anexo 4 - Mapa de Aptidão Cultural do Monte Vale Viveiros



Anexo 5 - Valores de volume medidos em Monte Branco

Norte

Lateral no início (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	190	190	210
B	220	180	200
C	220	190	190
D	180	210	260

Lateral a meio (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	180	200	200
B	190	200	170
C	200	210	140
D	210	200	190

Lateral final (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	200	200	210
B	190	180	210
C	160	170	210
D	180	200	220

Anexo 6 – Pressões medidas nos laterais em Monte Branco

Norte

Localização do Lateral no subsetor	Localização do gotejador no Lateral	
	Entrada	Final
Início	2.2 bar	1.5 bar
Meio	1.7 bar	1.0 bar
Final	1.6 bar	0.8 bar

Anexo 7 - Valores de volume medidos em Monte Vale Viveiros

Lateral no início (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	200	210	200
B	230	190	180
C	180	200	170
D	170	190	190

Lateral a meio (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	200	220	180
B	230	210	190
C	170	190	210
D	180	200	190

Lateral final (valores em mL)

Pontos de medição	Localização do gotejador no Lateral		
	À Entrada	Meio	No Final
A	180	190	210
B	180	200	200
C	170	210	200
D	190	190	180

Anexo 8 – Pressões medidas nos laterais em Monte Vale Viveiros

Localização do Lateral no subsetor	Localização do gotejador no Lateral	
	Entrada	Final
Início	1.5 bar	1.6 bar
Meio	1.5 bar	1.2 bar
Final	1.6 bar	0.8 bar

Anexo 9 – Valores de Condutividade Elétrica medidos em Monte Branco Norte

CE_{AR}	550 $\mu S/cm$
CE_{ref}	870 $\mu S/cm$
ΔCE_{adubo}	320 $\mu S/cm$

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 1	7.0	11	780
	6.7	20	760
	5.7	25	740
	7.5	27	720
	7.5	31	780

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 2	6.9	10	790
	7.4	17	780
	7.3	21	770
	6.9	22	780
	6.7	26	700
	4.7	30	650

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 3	7.6	1	730
	7.0	6	760
	7.2	16	740
	7.1	19	760
	6.7	24	630
	7.4	28	760
	6.9	29	710
	7.4	34	750

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Turno 4	7.4	8	800
	7.4	9	780
	6.7	13	790
	7.0	14	790
	6.6	15	790
	6.9	18	780
	7.2	33	700
	7.4	36	710

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Turno 5	7.1	12	750
	7.1	23	770
	6.8	32	770
	6.8	35	790
	6.4	37	770

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Turno 6	8.1	2	790 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	6.3	3	830 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	7.8	4	790 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	7.2	5	800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	7.5	7	790 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Anexo 10 – Valores de Condutividade Elétrica medidos em Monte Vale Viveiros

CE_{AR}	480 $\mu S/cm$
CE_{ref}	810 $\mu S/cm$
ΔCE_{adubo}	330 $\mu S/cm$

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 1	5.9	1	620
	8.4	6	620
	6.5	11	680
	7.2	13	610
	7.3	16	620
	6.5	20	590
	6.5	24	610

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 2	7.4	2	590
	5.4	5	620
	7.9	8	570
	7.1	14	580
	6.3	19	620
	6.6	23	590
	7.3	27	610

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor ($\mu S/cm$)
Turno 3	8.1	3	620
	7.0	7	620
	7.4	10	600
	7.0	15	610
	5.6	18	590
	6.9	22	610
	7.3	26	610

	Quantidade de adubo (L)	Nº Setor	CE Setor (µS/cm)
Turno 4	7.4	4	630
	7.4	9	580
	7.6	12	620
	5.8	17	630
	6.9	21	620
	7.2	25	600
	7.9	28	580